

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-111423

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月23日

(51) IntCl.¹

H 0 1 T 13/20
13/41

識別記号

F I

H 0 1 T 13/20
13/41

C

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平10-30049

(22) 出願日 平成10年(1998) 2月12日

(31) 優先権主張番号 特願平9-211950

(32) 優先日 平 9 (1997) 8月 6 日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 柴田 正道

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

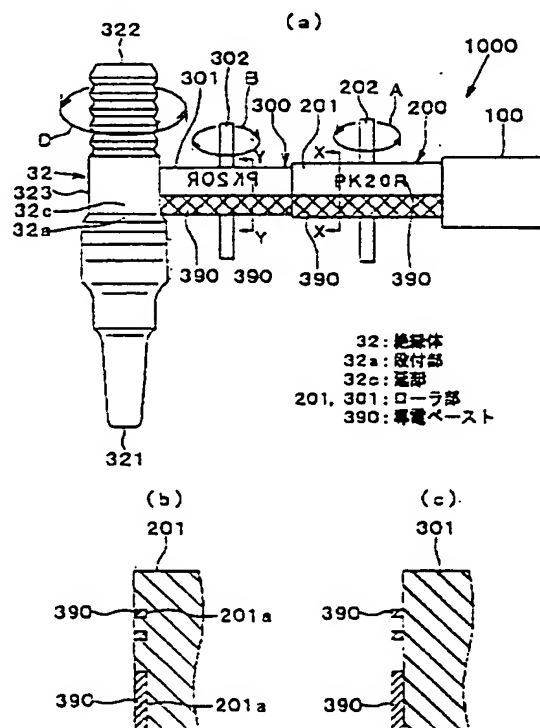
(74) 代理人 弁理士 伊藤 洋二 (外 1 名)

(54) 【発明の名称】 スパークプラグの皮膜形成方法

(57) 【要約】

【課題】 イオン電流検出装置の検出波形にスパイク状ノイズが発生することを抑制できるスパークプラグを提供する。

【解決手段】 絶縁体 32 の他端部 322 側外周部の備えられる段付部 32a および延部 32c に、導電皮膜を形成する皮膜形成方法であって、まず、延部 32c に形成される導電皮膜に対応する所定形状に、導電性ペースト 390 をローラ部 201 の側周部に塗布し、その後、絶縁体 32 の外周部にローラ部 301 の側周部を接触させた状態で、ローラ部 301 を回転させることにより、上記所定形状の導電性ペースト 390 を絶縁体 32 の延部 32c に転写し、その後、延部 32c に転写した導電性ペースト 390 の一部を、自重にて段付部 32a まで移動させる。その後、導電性ペースト 390 を焼成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 中心電極（33）の外周部を覆う絶縁体（32）の外周部に形成した段付部（32b、32a）を、取付金具（31）に形成した支持部（313、314）にて支持するスパークプラグにおいて、前記絶縁体（32）の外周部のうち、組付状態で前記取付金具（31）の前記支持部（313、314）の近傍に位置する所定部位（32a、32b、32c、32d）に、導電皮膜（39）を形成する皮膜形成方法であって、前記導電皮膜（39）の形状に対応する所定形状に、導電材料（390）を回転体（301）の側周部に塗布する塗布行程と、

この塗布行程の後、前記絶縁体（32）の外周部に、前記回転体（301）の側周部を接触させた状態で、前記回転体（301）を回転させることにより、前記回転体（301）に塗布された前記導電材料（390）を、前記絶縁体（32）の前記所定部位（32a、32b、32c、32d）に転写する転写行程とを包含することを特徴とするスパークプラグの皮膜形成方法。

【請求項2】 前記塗布行程において、前記回転体（301）の側周部のうち、前記導電材料（390）に隣接する部位に、文字や数字等の表示体（H）の形状に対応する所定形状に塗料（390）を塗布し、前記転写行程において、前記回転体（301）に塗布された前記導電材料（390）および前記塗料（390）を、前記絶縁体（32）の外周部に同時に転写することを特徴とする請求項1に記載のスパークプラグの皮膜形成方法。

【請求項3】 前記塗料（390）は、前記導電材料（390）と同一材料であることを特徴とする請求項2に記載のスパークプラグの皮膜形成方法。

【請求項4】 前記所定部位（32a、32b、32c、32d）として、前記段付部（32b、32a）と、前記絶縁体（32）の外周部のうち、前記段付部（32b、32a）から前記絶縁体（32）の一端部（321）側または他端部（322）側に延びる延部（32d、32c）とを包含しており、前記転写行程では、前記絶縁体（32）の前記延部（32d、32c）のみに、前記導電材料（390）を転写し、この転写行程の後、前記延部（32d、32c）が前記段付部（32b、32a）よりも上方にくるように、前記絶縁体（32）を上下方向に沿って配置することにより、前記延部（32d、32c）に転写した前記導電材料（390）の一部を、自重にて前記段付部（32b、32a）まで移動させる移動行程を行なうことを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1つに記載のスパークプラグの皮膜形成方法。

【請求項5】 前記所定部位（32a、32b、32

c、32d）として、

前記段付部（32b、32a）と、

前記絶縁体（32）の外周部のうち、前記段付部（32b、32a）から前記絶縁体（32）の一端部（321）側または他端部（322）側に延びる延部（32d、32c）とを包含しており、

前記転写行程において、前記段付部（32b、32a）および前記延部（32d、32c）に同時に導電材料を転写することを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1つに記載のスパークプラグの皮膜形成方法。

【請求項6】 前記塗布行程において、前記導電材料に加えてガラス系絶縁材料を塗布し、前記転写行程の後、前記絶縁体（32）の外周部に転写された導電材料およびガラス系絶縁材料を焼成する焼成行程を行なうことを特徴とする請求項1ないし5のいずれか1つに記載のスパークプラグの皮膜形成方法。

【請求項7】 請求項1ないし6のいずれか1つに記載の皮膜形成方法にて形成される導電皮膜（39）を備えたスパークプラグ。

【請求項8】 請求項7に記載のスパークプラグ（3）と、

前記スパークプラグ（3）に高電圧を供給する電圧供給源（1、2、8）と、

前記スパークプラグ（3）において、前記中心電極（33）と接地電極（35）との間の放電ギャップ（38）に流れるイオン電流を検出するイオン電流検出手段（4、6、7）とを備えていることを特徴とするイオン電流検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、イオン電流検出装置に用いて好適なスパークプラグに導電皮膜を形成する皮膜形成方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、スパークプラグとしては、図12に示すようなものがある。このスパークプラグ3は、筒状の取付金具31を備えており、この取付金具31の内部に、筒状の絶縁体32を保持させ、この絶縁体32の内部に中心電極33およびステム部34を保持させている。また、取付金具31の一端部311には、中心電極33の一端部331と放電ギャップ38を隔てて対向する接地電極35が固定されている。

【0003】そして、絶縁体32の他端部322側外周部には、段付部32aが形成されており、この段付部32aよりもさらに他端部322側には小径部323が形成されている。また、取付金具31の他端部312側の支持部314により、段付部32aを支持している。また、絶縁体32の一端部321側の外周部に段付部32bを形成し、これにより、段付部32bよりもさらに一端部321側に小径部324を構成している。そして、

取付金具31の内周部には、絶縁体32の小径部324に向かって径方向内方へ突出して段付部32bを支持する突出支持部313が形成されている。

【0004】このようなスパークプラグ3の一端部3b側が内燃機関の燃焼室Rに挿入され、このスパークプラグ3の取付金具31と中心電極33との間に放電用高電圧(約 $-10\text{ kV} \sim -35\text{ kV}$)をかけることにより、放電ギャップ38に火花放電が発生し、燃焼室Rの混合気が燃焼する。ところで、放電ギャップ38近傍では、上記燃焼に伴いイオンが発生するため、中心電極33と接地電極35(つまりは、取付金具31)との間に電圧を印加することにより、中心電極33と接地電極35との間にイオン電流が流れることが知られている。そして、近年、上記イオン電流をイオン電流検出手段にて検出することにより、内燃機関の燃焼室Rにおける混合気の燃焼状態やノッキングの発生状態を検出することが、検討されている。

【0005】このイオン電流検出手段にて検出されるイオン電流の検出波形を図13に示す。この検出波形が、所定時間T以上、高さH以上立ち上がった状態を、イオン電流検出手段が検出したときに、混合気が燃焼していると判断するものである。なお、混合気の失火時には、上記イオンが発生しないためにイオン電流は発生せず、上記立ち上がり状態は検出されない。また、ブレイグニッション時には、放電ギャップ38間の放電の前に上記イオンが発生し、放電の前に上記立ち上がり状態が検出される。

【0006】また、検出波形にノッキングによる振動波形Kが現れたときに、ノッキングしていることを検出している。このノッキングを検出することにより点火時期を制御している。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、図13に示すイオン電流の検出波形にスパイク状ノイズNが発生しており、このスパイク状ノイズNにより、上記イオン電流検出手段が誤検出する、といった問題があることを本発明者は発見し、さらに、この問題について本発明者が鋭意検討した結果、スパークプラグ3において、取付金具31の支持部313、314の近傍に発生するコロナ放電が、上記スパイク状ノイズNの発生原因であることがわかった。

【0008】このコロナ放電とスパイク状ノイズNとの関係のついて本発明者が検討した内容を、以下に詳しく述べる。まず、従来のスパークプラグ3では、取付金具31の支持部314(具体的には取付金具31の他端部312)が絶縁体32の他端部322側外周部に当たって傷付けることがないように、支持部314と、絶縁体32の他端部322側外周部とが、径方向(図12中左右方向)に距離L1の間隙C1を隔てて配置されている。一方、支持部314により段付部32aを確実に支

持するために、支持部314と段付部32aとの重なり代を大きくする必要があるので、上記距離L1が微小(例えば約 0.4 mm)となっている。

【0009】また、取付金具31の内部に絶縁体32をスムーズに挿入するために、取付金具31の支持部313における内径を、絶縁体32の一端部321側(つまり、小径部324)の外径よりも大きくしてあるため、組付状態においては、取付金具31の支持部313と、絶縁体32の一端部321側外周部とが、径方向に距離L2の間隙C2を隔てて配置される。

【0010】一方、支持部313により段付部32bを確実に支持するために、支持部313と段付部32bとの重なり代を大きくする必要があるので、上記距離L2が微小(例えば 0.4 mm)となっている。ところで、スパークプラグ3の作動時には、取付金具31と中心電極33との間に上記放電用高電圧がかかるため、取付金具31の支持部314、313と、中心電極33の間にも放電用高電圧がかかる。ここで、支持部314、313近傍は、取付金具31との接触端部であるために電界が集中し、この電界の集中部からコロナ放電が発生しやすい。

【0011】更に、上記間隙C1には空気が存在しており、上記間隙C2には空気および燃料からなる混合気が存在している。ここで、空気の誘電率を1とすると、絶縁材料の誘電率は約9であるため、上記放電用高電圧は、上記間隙C1、C2に主にかかることになる。しかも、上記距離L1、L2(つまり、電界方向の距離)が微小であるため、上記間隙C1、C2には非常に大きな電界が形成される。

【0012】一方、空気は絶縁耐力が非常に小さいものであるため、このような絶縁耐力の小さな空気に、上記した非常に大きな電界が加わることにより、絶縁破壊が生じる。この結果、間隙C1、C2、および、この間隙C1、C2の近傍(つまり、支持部314、313近傍)において、容易にコロナ放電が発生する。なお、空気の絶縁耐力は、 20°C のとき $2 \sim 3\text{ kV/mm}$ である。

【0013】また、間隙C1に無機材料からなる粉末(例えばタルク等)が充填されている場合があるが、この場合においても、粉末相互間に存在する微少な空気層等において絶縁破壊が生じてコロナ放電が容易に発生する。そして、中心電極33が陰極(負電圧)、取付金具31が陽極(アース)であるため、絶縁体32は、内周部側がプラス、外周部側がマイナスに分極している。よって、絶縁体32の外周部のうち、取付金具31の支持部314、313の近傍に位置する部位に、上記コロナ放電のプラス電荷が引き寄せられて、蓄積される。

【0014】ここで、上記距離L1、L2が場所によって異なっていたり、絶縁体32の外周部に微少な凹凸が存在する、といった理由から、絶縁体32の外周部のう

ち、支持部314、313の近傍に位置する部位においては、プラス電荷を引き寄せやすい部位が局部的に存在することが、本発明者の検討によりわかっている。さらに、絶縁体32が絶縁性であるため、上記引き寄せやすい部位に一旦引き寄せられたプラス電荷は、この部位の周囲へ移動することなく、この部位に集中的に蓄積される。

【0015】そして、集中的に蓄積されたプラス電荷は、中心電極33側の電位変化等の外的要因が加えられることにより取付金具31へ流入する。このプラス電荷の流入は所定時間毎に起こるのではなく、ランダムに起こるため、絶縁体32の外周部において、上記引き寄せやすい部位に蓄積されるプラス電荷の量は大小さまざまである。そして、上記引き寄せやすい部位に大量のプラス電荷が蓄積したときに、この大量のプラス電荷が何らかの外的要因で取付金具31へ一気に流入することにより、上記スパイク状ノイズNが発生することがわかった。

【0016】そして、ノッキングが発生していないときにスパイク状ノイズNが発生すると、検出装置が、スパイク状ノイズNを上記振動波形Kであると誤検出することがあり、これにより、ノッキングが発生していると誤判断してしまう。本発明は上記問題に鑑みてなされたもので、イオン電流検出装置の検出波形にスパイク状ノイズが発生することを抑制できるスパークプラグを提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明者は、絶縁体(32)の外周部のうち、プラス電荷を引き寄せやすい部位に引き寄せられたプラス電荷を、この部位の周囲へ分散させるような導電皮膜(39)を形成することにより、大量のプラス電荷が一気に取付金具(31)へ流入することを抑制して、上記目的を達成することを見出した。

【0018】すなわち、中心電極(33)の外周部を覆う絶縁体(32)の外周部に形成した段付部(32b、32a)を、取付金具(31)に形成した支持部(313、314)にて支持するスパークプラグにおいて、絶縁体(32)の外周部のうち、組付状態で取付金具(31)の支持部(313、314)の近傍に位置する所定部位(32a、32b、32c、32d)に、導電皮膜(39)を形成する皮膜形成方法であって、導電皮膜(39)の形状に対応する所定形状に、導電材料(390)を回転体(301)の側周部に塗布する塗布行程の後、絶縁体(32)の外周部に、回転体(301)の側周部を接触させた状態で、回転体(301)を回転させることにより、回転体(301)に塗布された導電材料(390)を、絶縁体(32)の上記所定部位に転写する転写行程を行なうことを特徴としている。

【0019】このような皮膜形成方法によれば、筒状の

絶縁体(32)の外周部の前記所定部位に、導電皮膜(39)を良好に形成できる。そして、このような導電皮膜(39)を有するスパークプラグ(3)の作動時においては、支持部(314、313)の近傍においてコロナ放電が発生するが、絶縁体(32)の一端部(321)側外周部、または、他端部(322)側外周部のうち、支持部(314、313)の近傍に位置する所定部位(32a、32b、32c、32d)に、導電皮膜(39)が形成されているので、上記コロナ放電のプラス電荷を、導電皮膜(39)の全体に分散させることができる。よって、絶縁体(32)の外周部において、局部的に大量のプラス電荷が蓄積されることを抑制でき、大量のプラス電荷が取付金具(31)へ一気に流入することを抑制できる。

【0020】そして、このようなスパークプラグ(3)を、イオン電流検出装置(10)に用いることにより、この検出装置(10)の検出波形にスパイク状ノイズ(N)が発生することを抑制でき、上記した誤検出を抑制できる。また、上記ギャップ(38)を経て放電する度に、中心電極(33)と取付金具(31)との間の放電電圧がほぼゼロとなり、このときに、プラス電荷が空气中に中和されるのであるが、本発明のように、プラス電荷を導電皮膜(39)の全体に分散させることにより、プラス電荷を良好に中和させることができるので、プラス電荷の蓄積量自体も減らすことができ、局部的に大量のプラス電荷が蓄積することをさらに抑制できる。

【0021】なお、導電材料としては、ルテニウム酸化物(例えば RuO_2)や、パイロクロア型結晶構造をもつ材料(例えば $Bi_2Ru_2O_7$)等を包含する材料から構成するとよい。また、絶縁体(32)の外周部のうち、導電皮膜(39)に隣接する部位に、文字や数字等の表示体(H)を形成するときは、上記塗布行程において、回転体(301)の側周部のうち、前記導電材料(390)と隣接する部位に、表示体(H)の形状に対応する所定形状に塗料(390)を塗布し、転写行程において、前記回転体(301)に塗布された前記導電材料(390)および前記塗料(390)を、前記絶縁体(32)の外周部に同時に転写するとよい。これにより、導電皮膜(39)および表示体(H)の形成行程を単純化できる。

【0022】また、上記塗料(390)を、上記導電材料(390)と同一材料から構成してもよい。また、上記所定部位(32a、32b、32c、32d)として、段付部(32b、32a)と、絶縁体(32)の外周部のうち、段付部(32b、32a)から絶縁体(32)の一端部(321)側または他端部(322)側に延びる延部(32c、32d)とを包含し、転写行程において、絶縁体(32)の延部(32c、32d)のみに導電材料(390)を転写し、この転写行程の後、延部(32b、32d)が段付部(32b、32a)より

も上方にくるように、絶縁体(32)を上下方向に沿って配置することにより、延部(32c、32d)に転写した導電材料(390)の一部を、自重にて段付部(32b、32a)まで移動させる移動行程を行なってもよい。

【0023】この場合、回転体(301)の側周部に、段付部(32b、32a)に対応する段付部を形成する必要がないので、コスト安である。なお、請求項でいう上下方向は、実際の上下方向よりも多少ずれた方向も含んでおり、請求項でいう軸方向は、実際の軸方向よりも多少ずれた方向も含んでいる。また、転写行程において、段付部(32b、32a)および延部(32c、32d)に同時に導電材料(390)を転写してもよい。この場合、上記移動行程を必要としないので、導電皮膜(39)の形成行程が単純となる。

【0024】なお、段付部(32b、32a)および延部(32c、32d)に同時に導電材料(390)を転写するために、回転体(301)の側周部に、段付部(32b、32a)の形状に対応する段付部(301A)を形成してもよいし、回転体(301)を弾性変形可能な材料から構成しておき、転写行程において、回転体(301)の側周部を、段付部(32b、32a)の形状に変形させてもよい。

【0025】また、上記塗布行程において、導電材料に加えてガラス系絶縁材料を塗布する場合は、上記転写行程の後、絶縁体(32)の外周部に転写された導電材料およびガラス系絶縁材料を焼成する焼成行程を行なうとよい。ガラス系絶縁材料としては、ホウケイ酸ガラスやホウケイ酸鉛ガラス等が挙げられる。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図に示す実施形態について説明する。

(第1の実施形態)図1に示す本実施形態のスパークプラグ3は、図12に示す従来技術のスパークプラグ3において、導電皮膜39を追加しただけであるため、この導電皮膜39の具体的説明、および、スパークプラグ3の説明補充を以下に行なう。

【0027】図1に示すように、取付金具31の外周部にはネジ山31aが形成されており、内燃機関の燃焼室Rを形成するエンジンブロック100にはネジ孔100aが形成されている。そして、取付金具31のネジ山31aと、エンジンブロック100のネジ孔100aとをネジ結合することにより、スパークプラグ3がエンジンブロック100に脱着可能に装着される。

【0028】そして、絶縁体32の一端部321、他端部322が、取付金具31の一端部311、他端部312から露出するように、取付金具31の内部に絶縁体32が固定されている。また、絶縁体32の内部には、中心電極33およびステム部34が固定されている。なお、中心電極33の一端部331が絶縁体32の一端部

321から露出し、ステム部34の一端部341が絶縁体32の他端部322から露出しており、中心電極33の他端部332とステム部34の他端部342とが電気的に接続されている。

【0029】また、絶縁体32の段付部32aと取付金具31の支持部314との間は、耐熱性に優れた材料、例えば鉄や銅からなるパッキン36にてシールされている。つまり、支持部314は、パッキン36を介して段付部32aを支持している。また、絶縁体32の段付部32bと取付金具31の支持部313との間は、耐熱性に優れた材料、例えば鉄や銅からなるパッキン37にてシールされている。つまり、支持部313は、パッキン37を介して段付部32bを支持している。

【0030】なお、段付部32bにパッキン37を配置してから、絶縁体32を取付金具31の他端部312側から取付金具31の内部へ挿入し、その後、段付部32aにパッキン36を配置してから、取付金具31の他端部312側を内方へ曲げるようにかしめることにより、パッキン36、37が、段付部32a、32bと支持部314、313との間で押圧されて変形する。この結果、パッキン36、37が、段付部32a、32bおよび支持部314、313に密接した状態となる。

【0031】また、絶縁体32の小径部324は、一端部321に向かうに連れて徐々に小径となるように形成されている。これにより、①ガスボリュームGを拡大できるので、スパークプラグ3の耐熱性を向上できる。②絶縁体32の一端部321と取付金具31の一端部311との間の距離を拡大できるので、いわゆる横飛びを抑制できる。

【0032】そして、絶縁体32の外周部のうち、支持部314の近傍に位置する所定部位に、導電皮膜39が形成されている。本実施形態では、絶縁体32の段付部32aの全周と、絶縁体32の外周部のうち、段付部32aから間隙C1側(絶縁体32の他端部322側)に延びる延部32c(つまり、小径部323の一部)の全周とにより、上記所定部位を構成している。

【0033】そして、導電皮膜39のうち、段付部32aに形成される第1部位39aが、全周にわたってパッキン36を介して取付金具31と電気的に接続されている。また、導電皮膜39のうち、延部32cに形成される第2部位39bにおいて、支持部314よりも、絶縁体32の他端部322側にある部位391bの軸方向(図2中上下方向)の寸法Mは、例えば5mmであり、間隙C1の径方向(図1中左右方向)の寸法L1は、従来と同じく例えば0.4mmである。

【0034】導電皮膜39は、膜厚を20μmとしたときの1平方ミリ当たりの抵抗値が10³Ωであり、5wt%のRuO₂(ルテニウム酸化物、導電材料)と、35wt%のホウケイ酸鉛ガラス(ガラス系絶縁材料)と、10wt%の助剤および添加剤とが混ざり合った材

料からなる。導電皮膜39の膜厚は、あまり薄いと上記したプラス電荷を分散させる効果が良好に得られず、あまり厚いと製造性が悪いため、10～60 μ mとするのがよく、本実施形態では20 μ mとしている。

【0035】また、絶縁体32の外周部のうち、導電皮膜39よりも、絶縁体32の他端部322側（絶縁体32の外周部のうち、取付金具31の支持部314から露出する部位）には、製品番号H（つまり、「PK20R」、請求項でいう表示体）が形成されている。製品番号Hは、上記した導電皮膜39を構成する上記材料と同一材料にて形成されている。

【0036】図3は、本発明のスパークプラグ3を適用したイオン電流検出装置10を示している。点火コイル1は一次巻線11および二次巻線12を備え、この一次巻線11には、パワートランジスタ2および車載電源8が直列に接続されており、パワートランジスタ2により、一次巻線11に発生する一次電流を断続するものである。そして、スパークプラグ3は、リード線91を介して二次巻線12に直列に接続され、放電用高電圧が印加されることにより、燃焼室R（図1参照）の混合気を着火する。なお、スパークプラグ3のステム部34（図1参照）の一端部341に上記リード線91が電気的に接続されている。

【0037】また、二次巻線12の正極側にはコンデンサ4が接続され、このコンデンサ4とアースとの間には、イオン電流を電圧に変換する抵抗7が接続されている。この抵抗7に発生する電圧は、コンピュータ6により検出されるようになっている。このコンピュータ6により検出される電圧（イオン電流）により、燃焼室Rにおける混合気の燃焼状態を検出できる。

【0038】そして、上記燃焼状態に応じて、コンピュータ6により、燃料噴射量や点火時期を制御して、最適な燃焼状態を保持するようにしている。また、抵抗7およびコンデンサ4に並列的に、定電圧ダイオード5が接続されている。この定電圧ダイオード5により、コンデンサ4の充電電圧を任意に設定できる。なお、点火コイル1、パワートランジスタ2および車載電源8により、電圧供給手段を構成し、コンデンサ4、コンピュータ6および抵抗7により、イオン電流検出手段を構成している。

【0039】そして、このイオン電流検出装置10は、内燃機関の点火時期には、二次巻線12に負極性の放電用高電圧（約-35kV）が生じ、図3中実線矢印で示す経路に放電電流が流れ、スパークプラグ3の放電ギャップ38間に放電を生じる。また、この放電電流によってコンデンサ4が充電される。このとき、混合気の燃焼に伴いイオンが発生する。ここで、コンデンサ4が充電されているため、中心電極33と接地電極35との間に電圧が印加され、図3中点線矢印で示す経路にイオン電流が流れる。そして、このイオン電流により抵抗7に発

生する電圧を検出することにより、混合気の燃焼を確認できる。

【0040】次に、上記した導電皮膜39、および、製品番号Hの形成方法について、図4および図5に基づいて詳しく説明する。まず、図4（a）は、後述する導電ペースト390を絶縁体32の外周部に印刷する印刷機1000の概略的な正面図であり、図5は印刷機1000の概略的な上面図である。なお、図5の上下方向は、実際の上下方向と一致している。

【0041】そして、印刷機1000は、ドクターブレード（導電ペースト供給装置）100と、刻印ローラ200と、転写ローラ300と、クリーニングローラ400とを備えている。ドクターブレード100は、導電ペースト390を内蔵するとともに、この導電ペースト390を刻印ローラ200へ供給するものである。刻印ローラ200および転写ローラ300は、円柱状のローラ部201、301を、回転軸202、302にて回転可能に支持してなり、両ローラ部201、301の側周部が相互に接触するように配置される。なお、ローラ部201、301の側周部は、回転軸202、302と平行に延びている。クリーニングローラ400は、転写ローラ300のローラ部301の外周部に付着する導電ペースト390を確実に除去する役割を果たす。

【0042】刻印ローラ200のローラ部201は金属材料（鉄や銅等）からなり、このローラ部201の側周部には、導電皮膜39の第2部位39b（図2参照）、および、製品番号Hの形状に沿って凹むペースト収容部（図4（b）および図5参照）201aが形成されている。つまり、刻印ローラ200のローラ部201は、凹版である。

【0043】転写ローラ300のローラ部301は、弾性変形可能な材料（例えばゴム材料）からなる。なお、符号500は、ペーストかき取り手段であり、このペーストかき取り手段500は、ペースト収容部201aに余分に収容された導電ペースト390をかき取る役割を果たす。かき取られた導電ペースト390は、受け部501に溜められる。

【0044】そして、RuO₂粉末（ルテニウム酸化物）を例えば20wt%、ホウケイ酸鉛ガラス（ガラス系絶縁材料）を例えば50wt%、バインダおよび溶剤を例えば30wt%の割合で混合して導電ペースト390を形成し（ペースト形成行程）、この導電ペースト390を、ドクターブレード100にセットする。そして、ドクターブレード100のペースト供給部101と、ペーストかき取り手段500とを、刻印ローラ200のローラ部201の外周部に接触させるとともに、ローラ200の軸方向と、ローラ300の軸方向と、クリーニングローラ400の軸方向とを、全て平行にしておく。

【0045】そして、刻印ローラ200のローラ部20

1の回転方向Aを所定方向とし、転写ローラ300のローラ部301の回転方向Bを、上記回転方向Aとは逆の方向とし、クリーニングローラ400の回転方向Cを、上記回転方向Bとは逆の方向とする。これにより、ペースト供給部101から供給される導電ペースト390が、ペースト収容部201aに、回転方向Aの前方側から順番に収容されていく。その後、ペーストかき取り手段500により、ペースト収容部201aにおける余分な導電ペースト390をかき取ることにより、所定量の導電ペースト390が、ペースト収容部201aに収容される（ペースト供給行程）。

【0046】その後、ペースト収容部201aに収容された導電ペースト390が、転写ローラ300のローラ部301の外周部に転写される。なお、ローラ部301が弾性変形可能な材料からなるため、このローラ部301の外周部は、凹んだ形状のペースト収容部201aに食い込むように密着する。よって、ペースト収容部201aに収容される導電ペースト390がローラ部301の外周部に良好に転写される。これにより、図4(c)に示すように、導電皮膜39の第2部位39bの形状に対応する所定形状に、導電ペースト390がローラ部301の側周部に塗布される（塗布行程）。

【0047】その後、絶縁体32の軸方向を、転写ローラ300の軸方向と平行にした状態で、絶縁体32の外周部を、転写ローラ300のローラ部301に接触させるとともに、転写ローラ300のローラ部301の回転方向Bとは逆の方向Dに回転させる。これにより、ローラ部301に転写された導電ペースト390が、絶縁体32の外周部に転写される（転写行程）。つまり、絶縁体32の延部32cと、上記表示体Hに対応する部位とに、導電ペースト390が転写（印刷）される。なお、転写ローラ300のローラ部301により、請求項でいう回転体を構成している。そして、絶縁体32の外周部に導電ペースト390を転写した後は、ローラ部301に残る導電ペースト390を、クリーニングローラ400にて除去する。

【0048】なお、上記転写行程においては、絶縁体32の延部32cが段付部32aよりも上方にくるよう、絶縁体32を上下方向に沿って配置しており、この転写行程の後、所定時間の間、絶縁体32を上記のように上下方向に沿って配置しておく。これにより、延部32cに転写された導電ペースト390の一部を、自重にて段付部32aまで移動させる（移動行程）。

【0049】その後、絶縁体32のうち、取付部314と対向する部位から、他端部322にかけての、導電ペースト390を含んだ全表面に、ガラス系絶縁ペースト（図示せず）を塗布する。このガラス系絶縁ペーストは、ホウケイ酸塩ガラス（ SiO_2 を例えば45wt％、 PbO を例えば30wt％、 B_2O_3 を例えば20wt％、添加剤を例えば5wt％）を所定粘度となるよ

うに水に溶かして形成される。

【0050】その後、絶縁体32を焼成温度（例えば800℃）に設定された炉中に所定時間（例えば20分）配置して加熱することにより、導電ペースト390および上記ガラス系絶縁ペーストを焼成する（焼成行程）。これにより上記した導電皮膜39が形成される。

（第2の実施形態）本実施形態は、上記第1の実施形態を変形したものであり、図6(b)に示すように、転写ローラ300のローラ部301の側周部に、導電皮膜39の第2部位39b（図2参照）、および、製品番号Hの形状に沿って突出するペースト付着部（図4(b)および図5参照）301aを設けている。つまり、転写ローラ300のローラ部301は、凸版である。

【0051】また、図6(a)に示すように、上記第1の実施形態における刻印ローラ200（図4(a)参照）およびクリーニングローラ400（図4(a)参照）を廃止しており、転写ローラ300のローラ部301の側周部に、絶縁体32の外周部を接触させることにより、ペースト付着部301aに付着する導電ペースト390を、絶縁体32の外周部に転写している。

【0052】そして、ドクターブレード100から供給される導電ペースト390を、ローラ部301のペースト付着部301aに付着させる。これにより、導電皮膜39の第2部位39b、および、表示体Hの形状に対応する所定形状に、導電ペースト390がローラ部301の側周部に塗布される（塗布行程）。その後、絶縁体32の外周部を、ローラ部301に接触させるとともに、ローラ部301の回転方向Bとは逆の方向Dに回転させることにより、ペースト付着部301aに付着する導電ペースト390が、絶縁体32の外周部に転写される（転写行程）。これにより、絶縁体32の外周部のうち、延部32cと、上記表示体Hに対応する部位に、導電ペースト390が転写（印刷）される。これ以降の形成方法は、上記第1の実施形態と同様であるため、説明を省略する。

【0053】（第3の実施形態）本実施形態は、上記第1の実施形態を変形したものであり、図7に示すように、転写ローラ300のローラ部301の側周部に、絶縁体32の段付部32aに対応する段付部301Aを設け、刻印ローラ200のローラ部201の側周部に、転写ローラ300のローラ部301の段付部301Aに対応する段付部201Aを設けている。

【0054】また、ドクターブレード100のペースト供給部101（図5参照）は、刻印ローラ200のローラ部201の側周部に良好に導電ペーストを供給可能な形状をなしており、ペーストかき取り手段500（図5参照）は、ローラ部201のペースト収容部201aの導電ペースト390を良好にかき取り可能な形状をなしている。

【0055】これによれば、上記した転写行程におい

て、絶縁体32の段付部32aおよび延部32cに、導電ペーストを同時に転写できるので、上記した移動行程を必要としない。よって、導電皮膜39の形成行程を単純化できる。

〔第4の実施形態〕本実施形態は、上記第1の実施形態におけるバッキン36を廃止して、替わりに、図3に示すようなシール構造を採用している。すなわち、絶縁体32の段付部32aと、取付金具31の支持部314との間に、タルク粉末（セラミック材料）を充填してなる充填部360と、金属製の第1、第2バッキン361、362とを設けている。なお、第1バッキン361は充填部360の一端部側に配置され、第2バッキン362は充填部360の他端部側に配置されている。

〔0056〕そして、導電皮膜39は、絶縁体32の外周部のうち、取付金具31の支持部314の近傍に位置する部位に形成されており、この導電皮膜39の全周が、第2バッキン362を介して取付金具31に電気的に接続されている。なお、絶縁体32の段付部32aには導電皮膜を形成してない。また、本実施形態の導電皮膜39の形成方法は、上記第1の実施形態における導電皮膜39の形成方法において、上記移動行程を行なわない以外はほとんど同じであるため、説明を省略する。

〔0057〕（第5の実施形態）本実施形態は、図9、10に示すように、絶縁体32の一端部321側の外周部のうち、組付状態において、取付金具31の支持部313の近傍に位置する所定部位に、導電皮膜39を形成したものである。上記所定部位は、絶縁体32の段付部32bの全周と、絶縁体32の外周部のうち、段付部32bよりも間隙C2側（絶縁体32の一端部321側）に延びる延部32dの全周とからなる。なお、小径部324が、一端部321に向かうに連れて徐々に小径となるように形成されているので、延部32dは、軸方向から微少に傾斜した方向（請求項でいう軸方向）に延びている。

〔0058〕そして、印刷機1000は、ドクターブレード100と、転写ローラ300とを備えている。この転写ローラ300のローラ部301は、弾性変形可能な材料から構成されており、このローラ部301の軸方向長さは、延部32dの軸方向長さと同じとしてある。また、絶縁体32の延部32dが段付部32bよりも上方にくるように、絶縁体32を上下方向に沿って配置している。

〔0059〕そして、ドクターブレード100からの導電ペースト390を、転写ローラ300のローラ部301の全面に塗布し（塗布行程）、このローラ部301に塗布された導電ペースト390を、絶縁体32の延部32dへ転写する（転写行程）。この転写行程では、絶縁体32の軸方向と、転写ローラ300の軸方向とを、平行にするとともに、弾性変形可能なローラ部301を、延部32dの形状に沿って変形させておく。これによ

り、延部32dの全面に導電性ペースト390を良好に転写できる。

〔0060〕その後、延部32dに転写された導電ペースト390の一部を、自重にて段付部32bまで移動させる（移動行程）。この移動行程の後の製造行程は、上記した実施形態と同様であるため、説明を省略する。

（他の実施形態）まず、上記実施形態において、バッキン36、37を廃止してもよい。

〔0061〕また、上記第3の実施形態では、転写ローラ300のローラ部301の側周部に段付部301Aを形成することにより、上記転写行程において、絶縁体32の段付部32aおよび延部32cに同時に、導電性ペースト390を転写していたが、ローラ部301の側周部を軸方向と平行に延びるものとし、上記転写行程において、段付部32aおよび延部32cの形状に沿って転写ローラ301を弾性変形させることにより、絶縁体32の段付部32aおよび延部32cに同時に、導電性ペースト390を転写してもよい。

〔0062〕また、上記第1ないし第4の実施形態では、段付部32aおよび延部32cに導電皮膜39を形成していたが、段付部32aまたは延部32cに導電皮膜39を形成してもよい。また、上記第5の実施形態では、段付部32bおよび延部32dに導電皮膜39を形成していたが、段付部32bまたは延部32dに導電皮膜39を形成してもよい。

〔0063〕また、上記実施形態において、段付部32a、32b、および、延部32c、32dの全周に、導電皮膜39を形成していたが、段付部32a、32b、および、延部32c、32dの一部に、導電皮膜39を形成してもよい。また、上記実施形態において、取付金具31の他端部312の形状を、角ばった形状ではなく、丸みを持たせた形状とすることにより、この他端部312近傍の間隙Cに形成される電界が集中することをより抑制できる。

〔図面の簡単な説明〕

〔図1〕本発明の第1の実施形態のスパークプラグの全体構成を示す半断面図である。

〔図2〕第1の実施形態のスパークプラグの要部拡大断面図である。

〔図3〕本発明のイオン電流検出装置の回路図である。

〔図4〕（a）は、第1の実施形態において、導電ペーストを絶縁体の外周部に印刷する印刷機の概略的な正面図、（b）は（a）のX-X断面図、（c）は（a）のY-Y断面図である。

〔図5〕図4（a）に示す印刷機の概略的な上面図である。

〔図6〕（a）は、第2の実施形態において、導電ペーストを絶縁体の外周部に印刷する印刷機の概略的な正面図、（b）は（a）のX-X断面図である。

〔図7〕（a）は、第3の実施形態において、導電ペー

ストを絶縁体の外周部に印刷する印刷機の概略的な正面図、(b)は(a)のX-X断面図、(c)は(a)のY-Y断面図である。

【図 8】第 4 の実施形態のスパークプラグの要部拡大断面図である。

【図9】第5の実施形態のスパークプラグの全体構成を示す半断面図である。

【図10】第5の実施形態のスパークプラグの要部拡大断面図である。

【図 11】第 5 の実施形態において、導電ペーストを絶縁体の外周部に印刷する印刷機の概略的な正面図である。

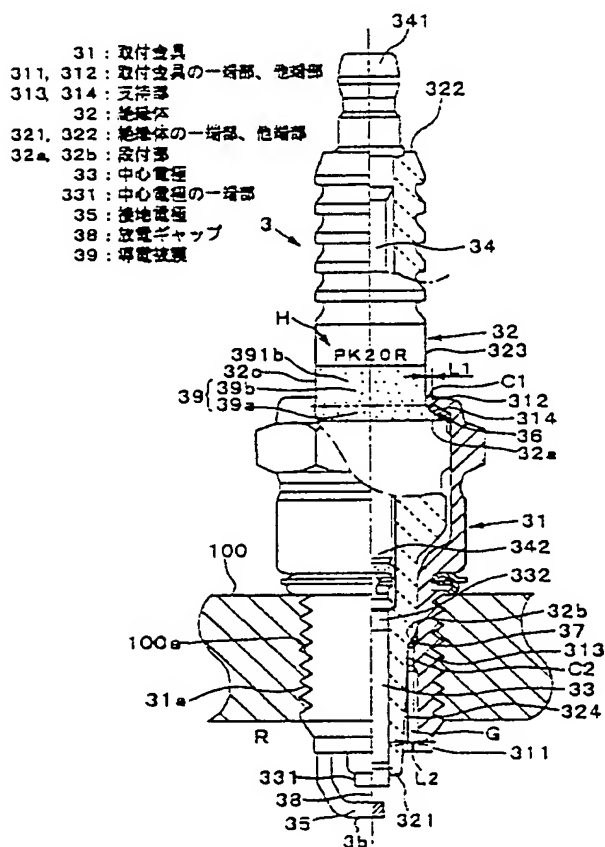
【図 12】従来技術のスパークプラグの全体構成を示す半断面図である。

【図 13】従来技術のイオン電流検出手段による、イオン電流の検出波形を示すグラフである。

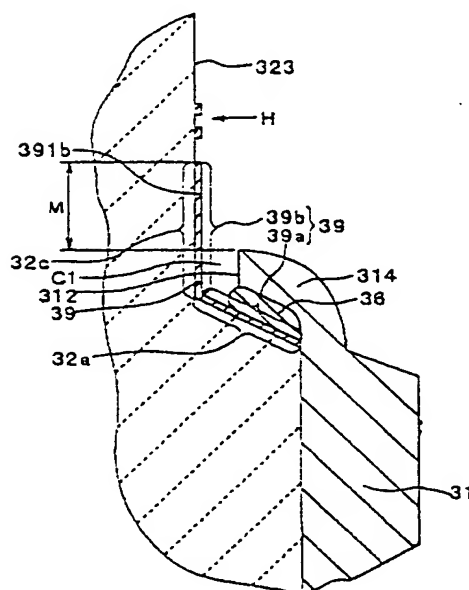
【符号の説明】

31…取付金具、311、312…取付金具の一端部、他端部、32…絶縁体、321、322…絶縁体の一端部、他端部、33…中心電極、331…中心電極の一端部、35…接地電極、38…放電ギャップ、32a、32b…段付部（所定部位）、313、314…支持部、301…ローラ部（回転体）、32c、32d…延部（所定部位）、390…導電ペースト。

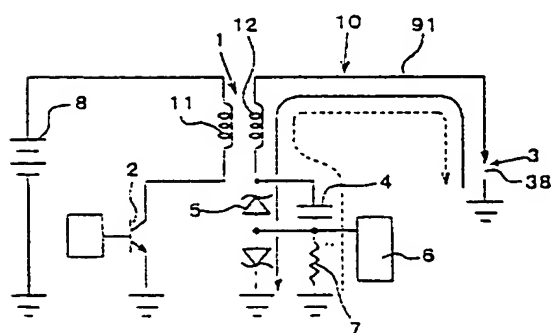
【图1】



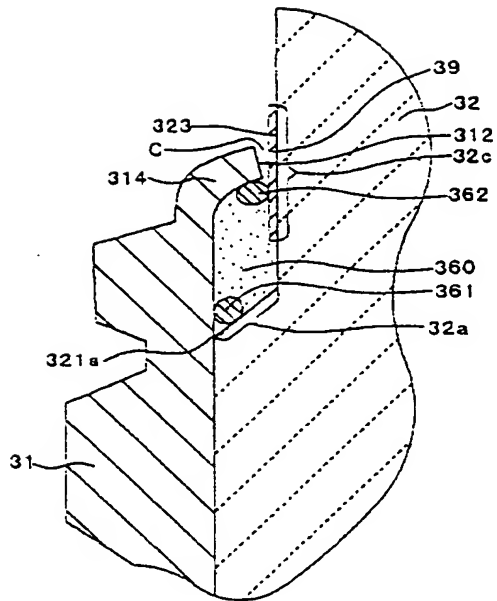
【圖 2】



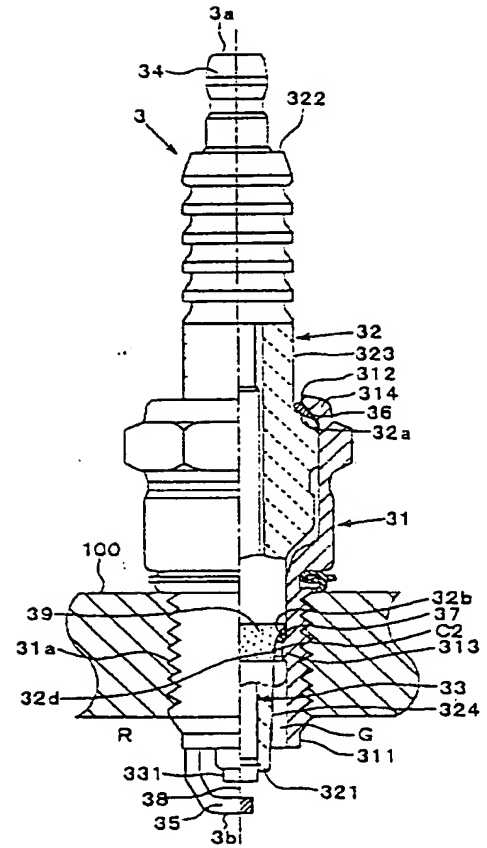
【图 3】



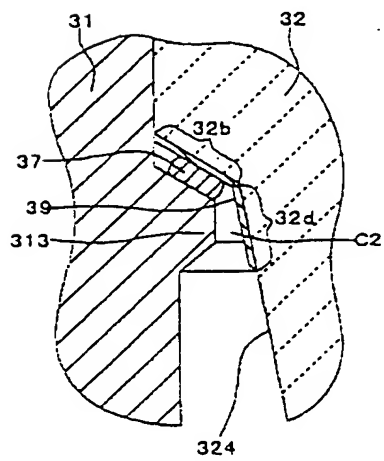
【図8】



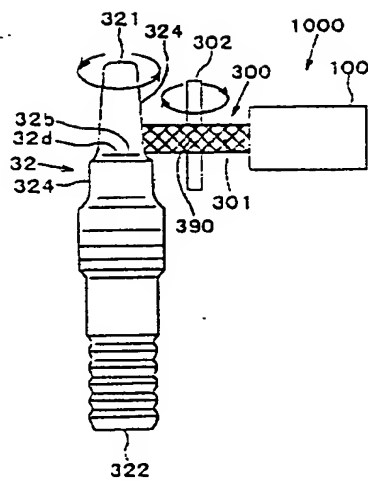
【図9】



【図10】



【図11】



【圖 12】

